

**STUDI PENGUJIAN X-RAY DIFFRACTION (XRD)
PADA ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DENGAN PERLAKUAN PANAS
ARTIFICIAL AGING 200°C**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

IKSAN ALIM MAHMUDI

D200150165

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PENGUJIAN *X-RAY DIFFRACTION* (XRD)
PADA ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DENGAN PERLAKUAN PANAS
*ARTIFICIAL AGING 200°C***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

IKSAN ALIM MAHMUDI

D200150165

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Masyrukan, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGUJIAN X-RAY DIFFRACTION (XRD) PADA ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DENGAN PERLAKUAN PANAS ARTIFICIAL AGING 200°C

Oleh:

IKSAN ALIM MAHMUDI

D200150204

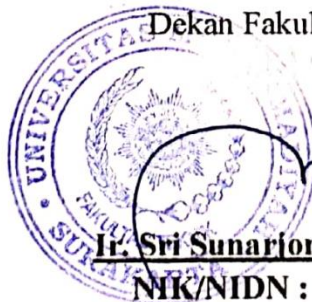
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 19 Oktober 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Ir. Masyrukan, M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Agus Yulianto, S.T., M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Agung Setyo Darmawan, M.T.**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....) 
(.....) 
(.....) 

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK/NIDN : 0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Oktober 2020

Penulis



Iksan Alim Mahmudi

D200150165

**STUDI PENGUJIAN X-RAY DIFFRACTION (XRD)
PADA ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DENGAN PERLAKUAN PANAS
ARTIFICIAL AGING 200°C**

Abstrak

Proses *artificial aging* (penuaan buatan) adalah proses penuaan untuk paduan aluminium yang di-*age hardening* dalam keadaan panas. *Artificial aging* berlangsung pada temperatur antara 100°C-200°C dan dengan lamanya waktu penahanan antara 1 sampai 24 jam. Maka dalam penelitian ini tahap penuaan buatan menggunakan suhu *artificial aging* 200°C dengan waktu tahan 2 jam dan membandingkannya dengan *raw material*. Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 16 unsur, tetapi hanya 3 unsur yang paling berpengaruh yaitu (Si) 9,27%, (Fe) 2,07%, (Cu) 1,77% yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam aluminium paduan silikon (Al-Si). Dari hasil pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) pada *raw material* terdapat senyawa C dengan densitas 1,36 g/cm³, SiO₂ dengan densitas 2,97 g/cm³, Al₂O₃ dengan densitas 5,04 g/cm³. Dari hasil pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) pada *aging* 200°C terdapat senyawa C dengan densitas 1,36 g/cm³, SiO₂ dengan densitas 1,78 g/cm³, Al₂O₃ dengan densitas 3,75 g/cm³.

Kata Kunci : *Artificial Aging*, XRD

Abstract

The artificial aging process is an aging process for aluminum alloys that are aged hardening in a hot state. Artificial aging takes place at temperatures between 100°C-200°C and with a holding time between 1 to 24 hours. So in this study the artificial aging stage uses an artificial aging temperature of 200°C with a holding time of 2 hour and compares it with raw material. From the results of testing the chemical composition there are 16 elements, but only 3 elements are most influential namely (Si) 9.27%, (Fe) 2.07%, (Cu) 1.77% the most dominant. Judging from the elements present in this material can be classified as aluminum alloy aluminum metal (Al-Si). From the results of XRD test (*X-Ray Diffraction*) on the raw material there is a compound C with a density of 1.36 g/cm³, SiO₂ with a density of 2.97 g/cm³, Al₂O₃ with a density of 5.04 g/cm³. From the results of XRD (*X-Ray Diffraction*) testing at aging 200 ° C, there are compound C with a density of 1.36 g/cm³, SiO₂ with a density of 1.78 g/cm³, Al₂O₃ with a density of 3.75 g/cm³.

Keywords : Artificial Aging, XRD

1. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan material utama yang saat ini digunakan banyak industri. Aluminium dipilih karena memiliki sifat ringan dan kekuatannya dapat dibentuk dengan cara dipadu dengan unsur lain. Penambahan unsur paduan terhadap aluminium dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan fisis dan mekanis logam. Material ini banyak digunakan pada industri pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi, dsb.

Paduan aluminium silikon (Al-Si) sangat baik kecairannya, mempunyai permukaan yang bagus, tanpa kegetasan panas dan sangat baik untuk paduan coran. Paduan ini juga mempunyai ketahanan korosi yang baik, ringan, koefisien pemuaian yang kecil, serta sebagai penghantar listrik yang baik. Karena mempunyai kelebihan yang sangat menyolok, paduan ini sangat banyak dipakai (Surdia, 1987)

Perlakuan panas adalah proses untuk memperbaiki sifat dari logam dengan jalan memanaskan coran sampai temperatur yang cocok, kemudian dibiarkan beberapa waktu pada temperatur itu berikutnya didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan yang sesuai. Dengan perlakuan panas (*heat treatment*) dapat membentuk gabungan atau mengubah sifat baja, aluminium dan lainnya dari yang mudah patah menjadi lebih kuat atau juga dapat merubah sifat baja dari yang lunak menjadi sangat keras dan sebagainya. *Heat treatment* merupakan proses kombinasi antara pemanasan dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dalam jangka waktu tertentu yang dimaksudkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu pada logam atau paduan.

X-Ray Diffraction (XRD) merupakan salah satu metode karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Difraksi sinar-X merupakan metode analisa yang memanfaatkan interaksi antara sinar-X dengan atom yang tersusun dalam sebuah sistem kristal. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, terdapat tiga kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu absorpsi (penyerapan), difraksi (penghamburan), atau *fluoresensi* (pemancaran) kembali sinar-X dengan energi yang lebih rendah. Ketiga fenomena

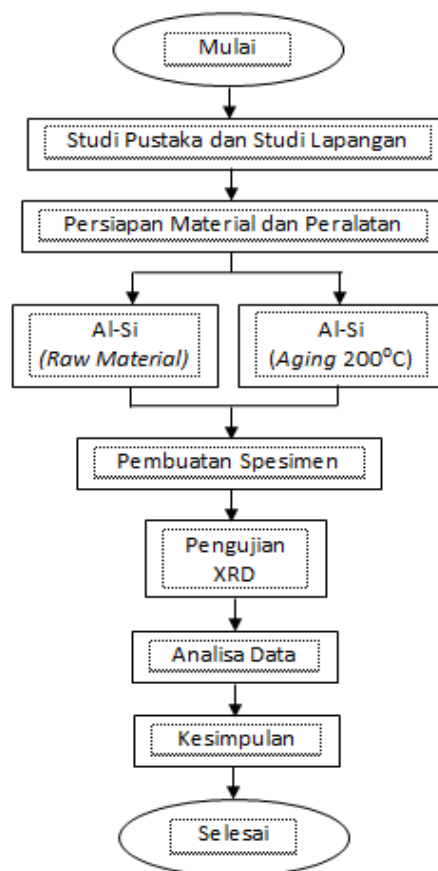
iniilah yang menjadi landasan dalam analisa menggunakan teknik sinar-X (Setiabudi dkk., 2012).

Maka pada penelitian ini menggunakan material paduan aluminium silikon (Al-Si) yang telah dilakukan *solution heat treatment* pada temperatur 505°C dilanjutkan proses *quenching* kemudian mendapat perlakuan *artificial aging* pada temperatur 200°C dengan *holding time* yaitu 2 jam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui senyawa dan struktur kristal antara dua material logam yaitu *raw material* (tanpa perlakuan *artificial aging*) dan *aging* 200°C (dengan perlakuan *artificial aging*) menggunakan metode pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD).

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 berikut disajikan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium hasil pengecoran yang telah dilakukan oleh Anwar (2019). Dari hasil pengujian komposisi kimia yang telah dilakukan terdapat 13 unsur, yaitu Al (84,84%), Si (9,2655%), Cu (1,7669%), Fe (2,07%), Ni(0,93%), Mg (0,91%), Ti (0,08%), Zn (0,05%), Mn (0,047%), Cr(0,03%), Sn (0,0074%), Pb (0,0049%), dan P (0,0019%). Penelitian ini menggunakan dua material aluminium yaitu *raw material* (tanpa perlakuan *artificial aging*) dan *aging 200°C* (dengan perlakuan *artificial aging*).

2.2.2. Alat Penelitian

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini:

- | | |
|------------------|--|
| 1. Ragum | 4. Amplas |
| 2. Gergaji Besi | 5. Autosol dan Kain |
| 3. Jangka Sorong | 6. Alat Uji <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) |

2.3. Tahapan Penelitian

2.3.1. Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD)

Sebelum dilakukan pemindaian dengan mesin XRD. Sampel melalui beberapa langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan sampel yang akan diuji.
2. Memotong sampel sesuai ukuran pada mesin XRD.
3. Mengamplas bagian sampel yang akan diuji.
4. Melakukan *coating* pada permukaan sampel yang akan diuji.
5. Meletakkan sampel yang sudah siap diuji kedalam mesin XRD.
6. Melakukan pemindaian atau proses XRD.

Dalam penelitian ini, pemindaian XRD dilakukan untuk mendeteksi senyawa yang terbentuk dari material sebelum dan sesudah mendapatkan perlakuan panas *artificial aging*, adapun pemindaian XRD juga dilakukan untuk mengetahui karakterisasi struktur kristal yang terbentuk akibat dari perlakuan panas *artificial aging*.

2.3.2. Analisa Data

Berikut langkah-langkah analisa data :

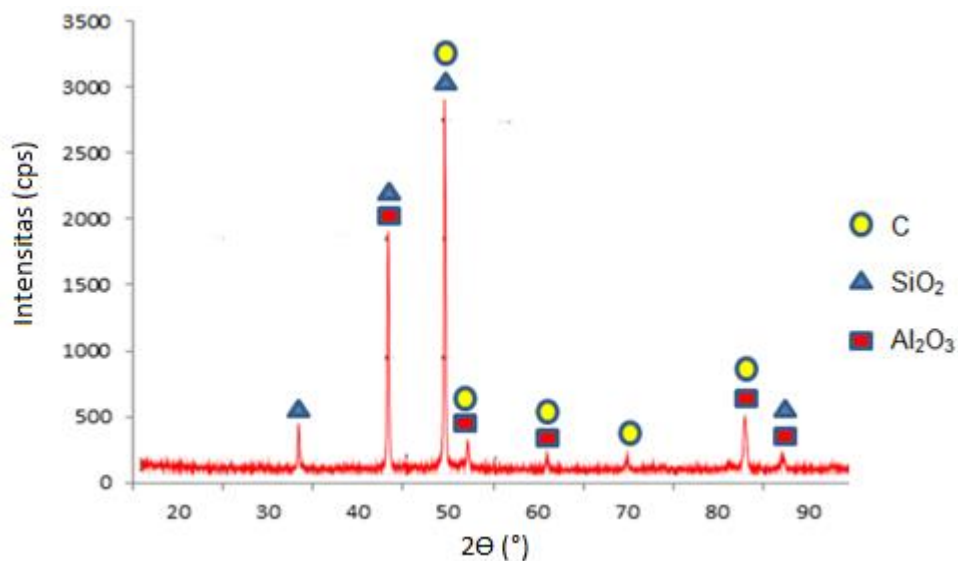
1. Menganalisa hasil pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) menggunakan interpretasi *database software Match3*.
2. Membaca hasil interpretasi *software Match3*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. *X-Ray Diffraction* (XRD)

3.1.1. Pembahasan *X-Ray Diffraction* (XRD) pada *Raw Material*

Dibawah ini adalah spektrum hasil pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) pada *Raw Material* (lihat Gambar 2). Interpretasi pola XRD pada Gambar 2 dilakukan menggunakan *database* yang ada pada *software Match3* untuk memastikan bidang kristal dan puncak spektrum XRD.



Gambar 2. Spektrum XRD pada *Raw Material*

Dari hasil analisis Gambar 2 terbentuk unsur C, *peak* tertinggi unsur C didapat pada sudut $44,29^\circ$ dengan Intensitas 2895 cps dapat dilihat pada Tabel 1. Struktur kristal unsur C berbentuk *Trigonal* dan densitas sebesar $1,36 \text{ g/cm}^3$ dapat dilihat pada Tabel 3. Terbentuk senyawa SiO_2 , *peak* tertinggi senyawa SiO_2 didapat pada sudut $44,29^\circ$ dengan Intensitas 2895 cps dapat dilihat pada Tabel 1. Struktur kristal senyawa SiO_2 berbentuk *Trigonal* dan densitas sebesar $2,97 \text{ g/cm}^3$ dapat dilihat pada Tabel 3. Terbentuk senyawa Al_2O_3 , *peak* tertinggi senyawa Al_2O_3

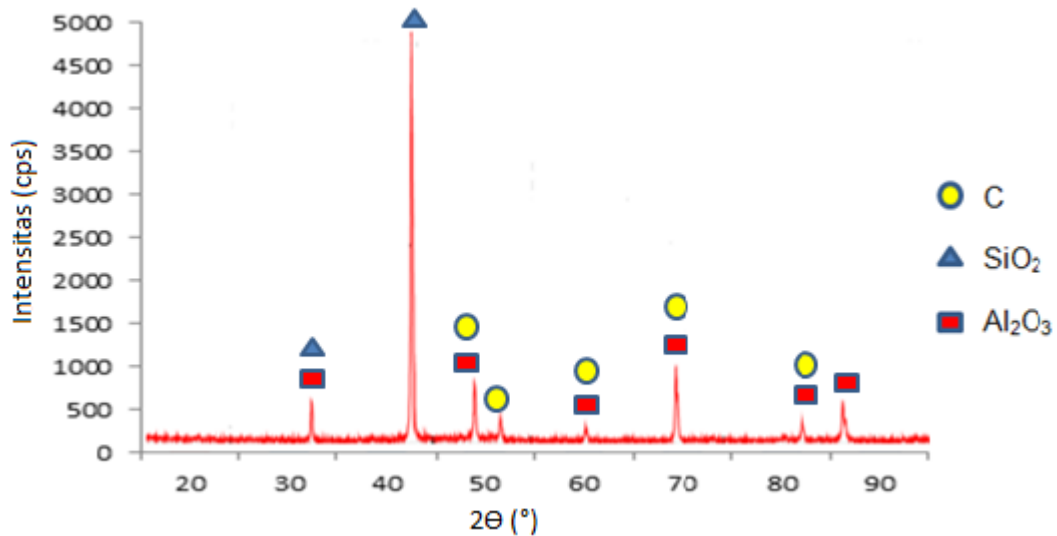
didapat pada sudut $37,98^\circ$ dengan Intensitas 1757 cps dapat dilihat pada Tabel 1. Struktur kristal senyawa Al_2O_3 berbentuk *Triclinic* dan densitas sebesar $5,04 \text{ g/cm}^3$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. 2Θ dan Intensitas pada *Raw Material*

No	Komposisi	2Θ ($^\circ$)	Intensitas (cps)
1	C	44,29	2895
		46,84	195
		55,70	94
		64,63	95
		77,78	449
2	SiO_2	27,98	303
		37,98	1757
		44,29	2895
		81,97	120
3	Al_2O_3	37,98	1757
		46,84	195
		55,70	94
		77,78	449
		81,97	120

3.1.2. Pembahasan *X-Ray Diffraction* (XRD) pada *Aging* 200°C

Dibawah ini adalah spektrum hasil pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) pada *Aging* 200°C (lihat Gambar 3). Interpretasi pola XRD pada Gambar 3 dilakukan menggunakan *database* yang ada pada *software* Match3 untuk memastikan bidang kristal dan puncak spektrum XRD.



Gambar 3. Spektrum XRD pada *Aging* 200°C

Dari hasil analisis Gambar 2 terbentuk unsur C, peak tertinggi unsur C didapat pada sudut 64,68° dengan Intensitas 968 cps dapat dilihat pada Tabel 2. Struktur kristal unsur C berbentuk *Trigonal* dan densitas sebesar 1,36 g/cm³ dapat dilihat pada Tabel 3. Terbentuk senyawa SiO₂, peak tertinggi senyawa SiO₂ didapat pada sudut 38,10° dengan Intensitas 4701 cps dapat dilihat pada Tabel 2 Struktur kristal senyawa SiO₂ berbentuk *Monoclinic* dan densitas sebesar 1,78 g/cm³ dapat dilihat pada Tabel 3. Terbentuk senyawa Al₂O₃, peak tertinggi senyawa Al₂O₃ didapat pada sudut 64,68° dengan Intensitas 968 cps dapat dilihat pada Tabel 2. Struktur kristal senyawa Al₂O₃ berbentuk *Orthorhombic* dan densitas sebesar 3,75 g/cm³ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. 2θ dan Intensitas pada *Aging* 200°C

No	Komposisi	2θ (°)	Intensitas (cps)
1	C	44,33	634
		46,91	247
		55,74	154
		64,68	968
		77,83	268
2	SiO ₂	28,06	402
		38,10	4701

3	Al ₂ O ₃	28,06	402
		44,33	634
		55,74	154
		64,68	968
		77,83	268
		82,08	517

Tabel 3. Komposisi Fase Intermetalik

Material	Komposisi	Struktur Kristal	Densitas (g/cm ³)
<i>Raw Material</i>	C	<i>Trigonal</i>	1,36
	SiO ₂	<i>Trigonal</i>	2,97
	Al ₂ O ₃	<i>Triclinic</i>	5,04
<i>Aging 200°C</i>	C	<i>Trigonal</i>	1,36
	SiO ₃	<i>Monoclinic</i>	1,78
	Al ₂ O ₃	<i>Orthorhombic</i>	3,75

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis *XRD* pada setiap material diketahui terbentuk suatu unsur dan senyawa, yang pertama yaitu pada *Raw Material* terbentuk unsur C *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 44,29° dengan Intensitas 2895 cps, senyawa SiO₂ *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 44,29° dengan intensitas 2895 cps, senyawa Al₂O₃ *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 37,98° dengan intensitas 1757 cps. Kedua yaitu pada *Aging 200°C* terbentuk unsur C *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 64,68° dengan Intensitas 968 cps, senyawa SiO₂ *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 38,10° dengan Intensitas 4701 cps, senyawa Al₂O₃ *peak* tertinggi didapatkan pada sudut 64,68° dengan Intensitas 968 cps.

2. Pada *Raw Material* terbentuk unsur C struktur kristalnya berbentuk *Trigonal* dengan densitas $1,36 \text{ g/cm}^3$, senyawa SiO_2 struktur kristalnya berbentuk *Trigonal* dengan densitas sebesar $2,97 \text{ g/cm}^3$, senyawa Al_2O_3 struktur kristalnya berbentuk *Triclinic* dengan densitas sebesar $5,04 \text{ g/cm}^3$. Pada *Aging* 200°C terbentuk unsur C struktur kristalnya berbentuk *Trigonal* dengan densitas $1,36 \text{ g/cm}^3$, senyawa SiO_2 struktur kristalnya berbentuk *Monoclinic* dengan densitas sebesar $1,78 \text{ g/cm}^3$, senyawa Al_2O_3 struktur kristalnya berbentuk *Orthorhombic* dengan densitas sebesar $3,75 \text{ g/cm}^3$.

4.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

1. Melakukan variasi penggunaan suhu *artificial aging* yang berbeda.
2. Melakukan variasi dengan *natural aging*.
3. Melakukan penelitian dengan material yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Saiful. 2019. *Pengaruh Variasi Suhu Artificial Aging (150°C , 175°C , dan 200°C) Terhadap Hasil Coran Aluminium (AL) Menggunakan Cetakan Pasir Hitam dengan Bentonit 7%*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Avner, Sidney. 1974. *Introduction To Physical Metallurgy*. New York: McGraw Hill International Edition.
- Bagus, R. 2015. "Pengaruh Variabel Waktu (Aging Heat Treatment) Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro Kepala Piston Sepeda Motor Honda Vario". Bekasi: Universitas Islam 45 Bekasi.
- Fadhilah, Asfari Aska. dkk. 2016. "Studi Pengaruh Temperatur dan Waktu Aging Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Komposit $\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Hasil Proses Canai Dingin". Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Jain. dkk. 2020. "Microstructure and mechanical properties of silicon carbide particle reinforced aluminium 6101 metal matrix composite produced by two-step stir casting". India: Sagar Institute of Research & Technology.
- R, Rochman. dkk. 2010. "Karakterisasi Sifat Mekanik dan Pembentukan Fasa Presipat pada Aluminium Alloy 2024-T₈₁ Akibat Perlakuan Aging". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saefuloh, Iman. dkk. 2018. "Studi Karakterisasi Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Piston Aluminium-Silikon Alloy". Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Schonmetz, Alois. 1990. *Bahan dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Angkasa.
- Setiabudi, Agus. dkk. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: Gedung Penerbitan dan Percetakan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Smith, F. William. 1995. *Material Science and Engineering*. (Second ed.). New York: Mc Graw Hill Inc.
- Surdia, Tata dan Chijiwa. 1991. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata dan Saito. 1992. *Pengetahun Bahan Teknik* (ed.kedua). Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata dan Saito. 1987. *Pengetahun Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Subyanto, Affandy. 2015. "Pengaruh Suhu *Artificial Aging* Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Komposit Al-Mg-Si". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.